



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Shin YASUDA et al.

Application No.: 10/808,372

Filed: March 25, 2004

Docket No.: 119258

For: HOLOGRAM RECORDING METHOD AND HOLOGRAM RECORDING APPARATUS

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2003-147489 Filed May 26, 2003

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

☒ is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

James A. Oliff
Registration No. 27,075

Thomas J. Pardini
Registration No. 30,411

JAO:TJP/emt

Date: April 16, 2004

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461
--

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 5月26日
Date of Application:

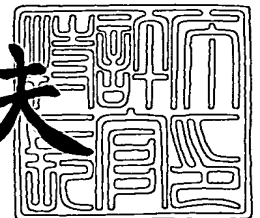
出願番号 特願2003-147489
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-147489]

出願人 富士ゼロックス株式会社
Applicant(s):

2004年 1月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3110178

【書類名】 特許願

【整理番号】 FE03-01221

【提出日】 平成15年 5月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03H 1/04

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい
富士ゼロックス株式会社内

【氏名】 安田 晋

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい
富士ゼロックス株式会社内

【氏名】 三鍋 治郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい
富士ゼロックス株式会社内

【氏名】 河野 克典

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい
富士ゼロックス株式会社内

【氏名】 丸山 達哉

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい
富士ゼロックス株式会社内

【氏名】 松井 乃里恵

【特許出願人】

【識別番号】 000005496

【氏名又は名称】 富士ゼロックス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079049
【弁理士】
【氏名又は名称】 中島 淳
【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

【識別番号】 100084995
【弁理士】
【氏名又は名称】 加藤 和詳
【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

【識別番号】 100085279
【弁理士】
【氏名又は名称】 西元 勝一
【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

【識別番号】 100099025
【弁理士】
【氏名又は名称】 福田 浩志
【電話番号】 03-3357-5171

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006839
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9503326
【包括委任状番号】 9503325

【包括委任状番号】 9503322

【包括委任状番号】 9503324

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ホログラム記録方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 信号光と参照光との成す角度を変化させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射することにより記録角度を変化させて、該信号光の情報を複数ページのホログラムとして該光記録媒体に多重記録するホログラム記録方法であって、

前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページの記録角度とは異なる記録角度でホログラムの各ページを新たに記録するホログラム記録方法。

【請求項 2】 信号光と参照光との成す角度を一定にし、信号光及び参照光と光記録媒体との少なくとも一方を相対移動させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射することにより記録位置を変化させて、該信号光の情報を複数ページのホログラムとして該光記録媒体に多重記録するホログラム記録方法であって、

前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページの記録位置とは異なる記録位置にホログラムの各ページを新たに記録するホログラム記録方法。

【請求項 3】 信号光と参照光との成す角度を一定にし、参照光及び信号光の波長を変化させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射し、該信号光の情報を複数ページのホログラムとして該光記録媒体に多重記録するホログラム記録方法であって、

前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録したときの波長とは異なる波長の参照光及び信号光を用いてホログラムの各ページを新たに記録するホログラム記録方法。

【請求項 4】 ホログラムの各ページを新たに記録する記録角度は、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページからの再生光の光強度が極小となる角度である請求項 1 記載のホログラム記録方法。

【請求項 5】 ホログラムの各ページを新たに記録する記録位置は、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページからの再生光の光強度が極小となる位置である請求項 2 記載のホログラム記録方法。

【請求項 6】前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページからの再生光の光強度が極小となる波長の参照光及び信号光を用いてホログラムの各ページを新たに記録する請求項 3 記載のホログラム記録方法。

【請求項 7】前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光または参照光の偏光状態と、前記ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光または参照光の偏光状態とを異ならせた請求項 1 ～請求項 6 のいずれか 1 項記載のホログラム記録方法。

【請求項 8】前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とが平行のとき、前記ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とを直交させ、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とが直交しているとき、前記ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とを平行にした請求項 7 記載のホログラム記録方法。

【請求項 9】前記光記録媒体がフォトリフラクティブ材料を有する請求項 1 ～請求項 8 のいずれか 1 項記載のホログラム記録方法。

【請求項 1 0】前記光記録媒体が偏光感応材料を有する請求項 1 ～8 のいずれか 1 項記載のホログラム記録方法。

【請求項 1 1】前記光記録媒体がポリエステル群から選ばれた少なくとも一種の重合体を有する請求項 1 ～請求項 1 0 のいずれか 1 項記載のホログラム記録方法。

【請求項 1 2】前記重合体が側鎖にアゾベンゼン骨格を有する請求項 1 1 記載のホログラム記録方法。

【請求項 1 3】請求項 1 ～請求項 1 2 のいずれか 1 項記載のホログラム記録方法を使用して、信号光の情報を複数ページのホログラムとして光記録媒体に多重記録するホログラム記録装置。

【請求項 1 4】コヒーレント光を照射する光源と、
光記録媒体を回転または移動させるステージと、
前記コヒーレント光を参照光用の光と信号光用の光に分離した後、参照光と信

号光とが同時に光記録媒体に照射されるように光路を変更する光分離光路変更手段と、

前記信号光用の光の光路中に配置され、供給された各ページ毎の記録信号に応じて前記信号光用の光を変調し、ホログラムの各ページを記録するための信号光を生成する空間変調素子と、

記録されたホログラムの各ページを再生したときの再生光の光強度の極大点が所定量離れた位置にホログラムの各ページが記録されるように、前記各ページ毎の記録信号を前記空間変調素子に供給すると共に、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページの記録位置とは異なる記録位置にホログラムの各ページが新たに記録されるように、各ページ毎の記録信号を新たに前記空間変調素子に供給する信号供給手段と、

を含むホログラム記録装置。

【請求項 15】ホログラムの各ページを新たに記録する記録位置は、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページからの再生光の光強度が極小となる位置である請求項 13 または請求項 14 記載のホログラム記録装置。

【請求項 16】前記光記録媒体に記録されたホログラムの各ページからの回折光の所定偏光方向の成分を透過させる検光子と、

前記検光子を透過した透過光の強度を検出する検出器と、

を更に備えた請求項 13～請求項 15 のいずれか 1 項記載のホログラム記録装置。

【請求項 17】前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光または参照光の偏光状態と、前記ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光または参照光の偏光状態とを異ならせた請求項 13～請求項 16 のいずれか 1 項記載のホログラム記録装置。

【請求項 18】前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とが平行のとき、前記ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とを直交させ、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とが直交しているとき、前記ホログラムの

各ページを新たに記録する際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とを平行にした請求項 1 7 記載のホログラム記録装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ホログラム記録方法及び装置に係り、より詳しくは、ホログラフィックストレージであるホログラム記録媒体、特にデジタルホログラフィックストレージのデータを上書き記録するホログラム記録方法及び装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

D V D に代表される光メモリは、大容量・高密度を実現することが可能なメモリとして、広く用いられている。光メモリのさらなる大容量化を目指して、青紫色レーザを光源とした光メモリの研究開発が現在盛んに行われている。

【 0 0 0 3 】

光メモリの高密度化はこれまで、使用する光の短波長化と高 N A 化によって、データの記録・再生に用いるレーザスポットを小さくすることによって実現されてきた。光を短波長化する方法は、紫外線の領域では適当な光学材料が存在せず、記録メディア及びレンズ等に使用する適当な光学材料が存在しないことから、青紫レーザの使用までが限界であり、それ以上短波長化することは困難であると考えられる。

【 0 0 0 4 】

一方、N A を大きくする方法は、屈折率の高い円形プリズムを用いて集光スポットを小さくする S I L (Solid Immersion Lens) を用いて、プリズムの屈折率倍だけ開口数を高くする方法が提案されている。この方法では、プリズム底面に形成されるエバネッセント波を利用して微小な集光スポットを形成するため、プリズム底面と記録媒体との距離を充分小さく取る必要がある。そのため、プリズムと基板との距離制御、光ディスクの可搬性の確立などが問題となる。また、プリズム材料の屈折率は高々 2 程度であるので、記録密度の向上も高々 4 倍程度となる。光ディスクに 5 0 G B 以上記録するためには、記録媒体の奥行き方向にも記

録する体積型記録が必要となる。

【0005】

体積型記録の一つとして、ホログラフィックメモリが知られている。ホログラフィックメモリは、三次元的記録領域を用いることから大容量記録が行えることに加えて、二次元一括記録再生方式であるため高速性をも兼ね備えている。この方式は、同一体積内に多重させて複数ページのデータページが記録でき、かつページ毎にデータを一括して読み出すことができる。

【0006】

また、アナログ画像ではなく、二値のデジタルデータ「0、1」を「明、暗」としてデジタル化し、ホログラム記録再生を行うことで、デジタル情報の記録再生も可能となる。最近では、このデジタルホログラフィックメモリの具体的な光学系や体積多重記録方式に基づくSN比やビット誤り率評価あるいは二次元符号化の提案、光学系の収差の影響等、より工学的な観点からの研究が進展している。

図6は、ホログラム多重記録方法の一つである角度多重記録方法を説明する図である。この角度多重記録方法の場合、デジタルデータページ（信号光）2をレンズ4で集光し、ホログラム記録媒体6の同じ体積内に参照光を同時に照射することでホログラムを記録する。多重記録する場合は、参照光の入射角度を変更して信号光を記録する。データ読み出し時（再生時）には、記録に用いた参照光でアドレッシングすることで目的のホログラムにアクセスし、データページを再生することができる。

【0007】

図7（A）、（B）は、シフト多重記録方法を説明する図である。この方法では、参照光として球面波やスペックルパターン等急峻に波面が変化する光波を用いる。このような参照光を用いた場合には、記録メディアの位置を記録スポットからシフト量 δ （図7（B））だけ僅かにずらすだけで、再生のためのブラッグ条件を外すことができ、そこに新たなホログラムが記録できる。すなわち、僅かに記録メディアを移動させながら記録することで略同じ体積中にホログラムを多重記録することができる。

【0008】

また、信号光と参照光との成す角度を一定にし、信号光と参照光の波長を変化させながら信号光と参照光とを同時に記録メディアに照射し、信号光の情報を複数ページのホログラムとして記録メディアに多重記録する波長多重記録方法も知られている。この方法では、ある1ページのホログラムを再生するとき、参照光の波長を変化させていくと信号光の情報が再生しない波長が存在する。この波長の信号光と参照光とを用いて、記録メディアの同じ場所に新たなホログラムを記録することができる。このように、信号光と参照光の波長を変化させることにより、記録メディアの同じ場所に複数のホログラムを多重記録することができる。

【0009】

以上のように、デジタルホログラフィックストレージでは、二次元一括記録再生による高速転送と体積記録による大容量化が同時に実現できる。

【0010】

記録メディアの材料としてはフォトポリマー材料、フォトリフラクティブ材料、アゾポリマー材料のようなフォトクロミック材料等が盛んに研究開発されている。この中で、フォトリフラクティブ材料とアゾポリマー材料は書き換えが可能である。書き換え型の材料を用いた場合、記録データを消去して、新たなデータを記録することが可能である。このため、書き換え型のメディアは繰り返し利用可能であることから、大容量の情報蓄積に加えてハードディスク等のバックアップメモリーとしての利用も大いに期待されている。ライト・ワンス型（1回だけ書き込み可能）のホログラフィックメモリでは、書き換え不可能なため、書き換えの機能は必要としない。

【0011】

一方、書き換え可能なホログラフィックメモリでは、高速に書き換え可能で、ノイズの少ないSN比が大きい再生光を得ることが必要になる。書き換えのために記録されているデータを消去する場合、記録領域全体に均一光を照射することで記録されたホログラムを消去するのがもっとも一般的である。また、フォトリフラクティブ材料やアゾポリマー材料では、記録メディアを一度高温に保つことでホログラムの一括消去も行える。

【0012】

記録されているデータを消去する場合、全ての情報を消去してから新たな情報を上書きすると、消去工程と記録工程との2つの工程を必要とするため、例えば100GBを超える大容量記録メディアの場合には、多大な時間を要することになる。このため、シフト多重記録方法では、消去工程を行わずに記録されているホログラムの各ページの記録位置と同じ位置に、既に記録されているホログラムを記録したときと同じ偏光状態の信号光及び参照光を照射して新たなホログラムを上書きすることで、不要となったデータを消去するのが実用上望ましい。

【0013】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、新たなホログラムを上書きしても既に記録されていたホログラムを完全に消去することができないので、上書きした新たなホログラムを再生する時に、既に記録されていたホログラム及び新たに記録したホログラムの両方からの回折光が混在し、再生光の品質が低下する、という問題がある。

【0014】

本発明は、上記問題点を解消するために成されたもので、消去工程を行わず、再生光の品質を良好にし、高速に書き換え記録を行うことができるホログラム記録方法及び装置を提供することを目的とする。

【0015】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するために本発明のホログラム記録方法は、信号光と参照光との成す角度を変化させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射することにより記録角度を変化させて、該信号光の情報を複数ページのホログラムとして該光記録媒体に多重記録するホログラム記録方法（角度多重記録方法）であって、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページの記録角度とは異なる記録角度でホログラムの各ページを新たに記録することを特徴とする。

【0016】

また、本発明の他のホログラム記録方法は、信号光と参照光との成す角度を一定にし、信号光及び参照光と光記録媒体との少なくとも一方を相対移動させなが

ら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射することにより記録位置を変化させて、該信号光の情報を複数ページのホログラムとして該光記録媒体に多重記録するホログラム記録方法（シフト多重記録方法）であって、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページの記録位置とは異なる記録位置にホログラムの各ページを新たに記録することを特徴とする。

【0017】

本発明の更に他のホログラム記録方法は、信号光と参照光との成す角度を一定にし、参照光及び信号光の波長を変化させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射し、該信号光の情報を複数ページのホログラムとして該光記録媒体に多重記録するホログラム記録方法（波長多重記録方法）であって、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録したときの波長とは異なる波長の参照光及び信号光を用いてホログラムの各ページを新たに記録することを特徴とする。

【0018】

上記の各発明では、消去工程を行うことなく、既に記録されているホログラムの各ページを記録した時の条件と異なる条件でホログラムの各ページを新たに記録しているので、再生光の品質を良好にし、高速に書き換え記録を行うことができる。

【0019】

角度多重記録方法のホログラムの各ページを新たに記録する記録角度は、光記録媒体に記録されているホログラムの各ページからの再生光の光強度が極小となる角度であるのが効果的であり、シフト多重記録方法のホログラムの各ページを新たに記録する記録位置は、光記録媒体に記録されているホログラムの各ページからの再生光の光強度が極小となる位置であるのが効果的であり、波長多重記録方法では、光記録媒体に記録されているホログラムの各ページからの再生光の光強度が極小となる波長の参照光及び信号光を用いてホログラムの各ページを新たに記録するのが効果的である。

【0020】

すなわち、光記録媒体に記録されているホログラムの各ページからの再生光の

光強度が極小になる条件では、光記録媒体に記録されているホログラムの各ページからの再生光のブラッグ条件から外れているため、上記のように記録することにより、記録されているホログラムの各ページからの再生光のブラッグ条件と新たに記録したホログラムの各ページからの再生光のブラッグ条件とが一致しなくなるため、新たに記録したホログラムの各ページを再生する際に既に記録されているホログラムの各ページからの再生光が混在することがなく、品質良く再生することができる。

【0021】

また、上記各発明では、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光または参照光の偏光状態と、前記ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光または参照光の偏光状態とを異ならせるのがより好ましい。偏光条件を異ならせるには、例えば、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とが平行のとき、前記ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とを直交させ、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とが直交しているとき、前記ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とを平行にすればよい。

【0022】

このように、既に記録されているホログラムの各ページを記録したときの偏光状態とホログラムの各ページを新たに記録する際の偏光条件とを異ならせて記録することにより、新たに記録したホログラムの各ページを再生する際に既に記録されているホログラムの各ページからの再生光の混在がなく、品質良く再生することができる。

【0023】

光記録媒体は、フォトリフラクティブ材料を有するもの、偏光感応材料を有するものを使用することができる。偏光感応材料は、ポリエステル群から選ばれた少なくとも一種の重合体であって、側鎖にアゾベンゼン骨格を有するのが好ましい。

【 0 0 2 4 】

本発明のホログラム記録装置は、上記のホログラム記録方法を使用して、信号光の情報を複数ページのホログラムとして光記録媒体に多重記録するようにしたものである。

【 0 0 2 5 】

シフト多重記録方法を適用したホログラム記録装置は、コヒーレント光を照射する光源と、光記録媒体を回転または移動させるステージと、前記コヒーレント光を参照光用の光と信号光用の光に分離した後、参照光と信号光とが同時に光記録媒体に照射されるように光路を変更する光分離光路変更手段と、前記信号光用の光の光路中に配置され、供給された各ページ毎の記録信号に応じて前記信号光用の光を変調し、ホログラムの各ページを記録するための信号光を生成する空間変調素子と、記録されたホログラムの各ページを再生したときの再生光の光強度の極大点が所定量離れた位置にホログラムの各ページが記録されるように、前記各ページ毎の記録信号を前記空間変調素子に供給すると共に、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページの記録位置とは異なる記録位置にホログラムの各ページが新たに記録されるように、各ページ毎の記録信号を新たに前記空間変調素子に供給する信号供給手段と、を含んで構成することができる。

【 0 0 2 6 】

ホログラムの各ページを新たに記録する記録位置は、上記で説明したように、光記録媒体に記録されているホログラムの各ページからの再生光の光強度が極小となる位置とすることができる。

【 0 0 2 7 】

このホログラム記録装置には、前記光記録媒体に記録されたホログラムの各ページからの回折光の所定偏光方向の成分を透過させる検光子と、前記検光子を透過した透過光の強度を検出する検出器と、を更に設けることができる。このように検光子を設けることにより、必要な成分を選択して再生することができる。

【 0 0 2 8 】

このホログラム記録装置では、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光または参照光の偏光状態と、前記ホログラムの各

ページを新たに記録する際の信号光または参照光の偏光状態とを異ならせるのが効果的である。

【0029】

偏光状態を異ならせるには、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とが平行のとき、前記ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とを直交させ、前記光記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とが直交しているとき、前記ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とを平行にすればよい。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態のホログラム記録再生装置について詳細に説明する。本実施の形態のホログラム記録再生装置は、本発明のシフト多重記録方法を適用したものである。

【0031】

図1に示すように、本実施の形態のホログラム記録再生装置には、例えばNd:YVO₄結晶を用いたレーザ発振器10が設けられている。レーザ発振器10からは、コヒーレント光である波長532nmのレーザ光が発振され、照射される。

【0032】

レーザ発振器10のレーザ光照射側には、P偏光を透過しかつS偏光を反射することにより、レーザ光を参照光用の光と信号光用の光との2つの光に分離する偏光ビームスプリッタ16が配置されている。

【0033】

偏光ビームスプリッタ16の光反射側には、参照光用のレーザ光を反射して光路をホログラム記録媒体方向に変更する反射ミラー18、及び参照光用のレーザ光を集光して球面参照波からなる参照光を生成する対物レンズ20が順に配置されている。この対物レンズ20のレーザ光集光側には、z面内でディスク状に形

成されたホログラム記録媒体 24 を回転させるステッピングモータを備えた x-z ステージ 22 が設けられている。対物レンズ 20 は、ホログラム記録媒体 24 に球面参照波である S 偏光を参照光として照射する。

【0034】

偏光ビームスプリッタ 16 の光透過側には、偏光ビームスプリッタ 16 を透過した P 偏光を遮断するためのシャッター 12 及び偏光面を 90 度回転する旋光子 26 の各々が、各々別々に光路中に挿入及び光路から退避可能に配置されている。旋光子 26 の光透過側には、信号光用のレーザ光を 45° の反射角で反射して光路をホログラム記録媒体方向に変更する反射ミラー 28、レンズ 30、32、34 で構成されたレンズ系が順に配置されている。レンズ 32 とレンズ 34 との間には、液晶表示素子等で構成され、供給された各ページ毎の記録信号に応じて信号光用のレーザ光を変調し、ホログラムの各ページを記録するための信号光を生成する透過型の空間変調素子 36 が配置されている。

【0035】

レンズ 30、32 は、レーザ光を大径のビームにコリメートして空間変調素子 36 に照射し、レンズ 34 は空間変調素子 36 で変調されて透過した P 偏光を信号光としてホログラム記録媒体 24 上に集光させる。このとき、信号光の集光スポットが、参照光の集光スポットより小さくなるように集光され、信号光と参照光とが同時にホログラム記録媒体 24 に照射される。また、P 偏光を信号光とし S 偏光を参照光としているため、ホログラムの各ページを記録する際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とは直交している。なお、S 偏光を信号光とし P 偏光を参照光としてもよく、偏光面が平行な信号光と参照光とを用いてもよく、異なる方向に回転する円偏光を各々信号光と参照光として用いてもよい。

【0036】

ホログラム記録媒体 24 の再生光透過側には、レンズ 38、再生光から所定偏光方向の光（例えば、0° 偏光成分、45° 偏光成分、または 90° 偏光成分）を選択して透過させる検光子 44、及び CCD 等の撮像素子で構成され、受光した再生光を電気信号に変換して出力する検出器 40 が配置されている。検出器 40 は、パーソナルコンピュータ 42 に接続されている。

【0037】

パーソナルコンピュータ42は、パーソナルコンピュータから所定のタイミングで供給された記録信号に応じてパターンを発生するパターン発生器46を介して空間変調素子36に接続されている。また、パーソナルコンピュータ42には、シャッター12及び旋光子26を各々別々に光路中に挿入するように駆動すると共に、光路中に挿入されているシャッター12または旋光子26を光路から別々に退避させる駆動装置48が接続されている。また、パーソナルコンピュータ42には、x-zステージ22を駆動する駆動装置50が接続されている。

【0038】

図2に、ホログラム記録媒体（光記録媒体）24の構成を示す。なお、本実施の形態のホログラム記録媒体は、ディスク状に形成されているが、図では、矩形に切出した一部分を示した。図2（A）に示すように、ホログラム記録媒体24は、例えば100 μ m厚以上の厚膜状に成型された光記録層23で構成されている。光記録層担体では強度が不十分の場合は、図2（B）または（C）に示すように片面あるいは両面に石英やプラスチック等の板状の透明な媒質で構成された基板25を設ける。

【0039】

光記録層、すなわち光感応層は、光誘起屈折率変化あるいは光誘起二色性を示し、光誘起屈折率変化あるいは光誘起二色性が常温で保持されるフォトリフラクティブ材料や偏光感応材料であればどのような材料も使用することができるが、側鎖に光異性化する基を有する高分子、例えば、ポリエステル群から選ばれた少なくとも一種の重合体であって、その側鎖に光異性化する基、例えば、アゾベンゼン骨格を有する材料が好適である。

【0040】

アゾベンゼンを例に光誘起複屈折の原理について説明する。アゾベンゼンは、光の照射によってトランス-シストランスの異性化サイクルを繰り返す。光照射前は、光記録層にはトランス体のアゾベンゼン分子が多く存在する。これらの分子はランダムに配向しており、マクロに見て等方的である。直線偏光を照射すると、偏光方向と同じ方位に吸収軸を持つアゾベンゼン分子は選択的にトランス

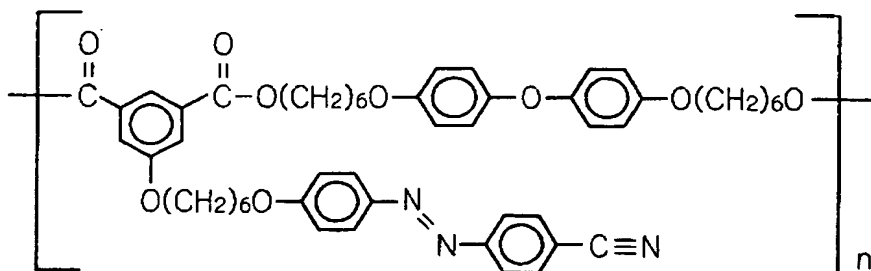
ーシス異性化される。偏光方向と直交した吸収軸を持つトランス体に緩和した分子は、もはや光を吸収せずその状態に固定される。結果として、マクロに見て吸収係数及び屈折率の異方性、つまり二色性と複屈折が誘起される。このような光異性化基を含む高分子は、光異性化により高分子自身の配向も変化し大きな複屈折を誘起することができる。このように誘起された複屈折は高分子のガラス転移温度以下で安定であり、ホログラムの各ページの記録に好適である。

【0041】

下記の化学式で示される側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステル（特開平10-340479号公報参照）は、上述した機構によってホログラムを記録する材料として好適である。このポリエステルは、側鎖のシアノアゾベンゼンの光異性化による光誘起異方性に起因して、信号光の偏光方向をホログラムとして記録することができ、室温でホログラム記録可能であり、記録されたホログラムは半永久的に保持される。

【0042】

【化1】



【0043】

次に、図4を参照して、パーソナルコンピュータ42によって実行される記録再生処理ルーチンについて説明する。まず、操作者は、図示しない操作装置を操作して、ホログラムの各ページの記録処理かホログラムの再生処理かを選択する。ホログラムの各ページを記録する場合には、記録情報を予めパーソナルコンピュータに入力し、記録信号を生成しておく。

【0044】

ステップ100では、ホログラムの各ページの記録処理が選択されたか、ホログラムの再生処理が選択されたかを判断し、ホログラムの各ページの記録処理が

選択された場合には、ステップ102においてホログラムが記録されていないホログラム記録媒体への記録か（ホログラムの最初の記録処理か）、または既にホログラムが記録されているホログラム記録媒体へのホログラムの各ページの新たな記録か（ホログラムの2回目の記録処理か）を判断する。

【0045】

ホログラムの2回目の記録処理か否かは、例えば、ホログラム記録媒体に書き込み回数を予め記録しておいて、後述するように再生光を照射して書き込み回数を読み込むことにより判断することができる。なお、記録時に操作者がホログラムの最初の記録処理か2回目の記録処理かをホログラム記録再生装置に指示し、この指示に基づいて判断するようにしてもよい。

【0046】

ホログラムの最初の記録処理の場合には、ステップ106において駆動装置48を駆動し、シャッター12及び旋光子26を光路から退避させてレーザ光が通過できるようにすると共に、駆動装置50によりx-zステージ22のステップモータを駆動して、ホログラム記録媒体を所定の回転速度で回転させる。

【0047】

次のステップ108でレーザ光を照射すると共にパーソナルコンピュータ42から各ページ毎の記録信号を記録開始位置から所定のタイミングで出力し、ホログラム記録媒体へのホログラムのシフト多重記録処理を実行する。

【0048】

本実施の形態のシフト多重記録方法では、参照光として球面波を用い、ホログラム記録材料をディスク状とし、ディスク状のホログラム記録媒体（ディスク）を回転させることによりシフト多重記録を行っている。このシフト多重記録方法では、ディスクの回転によって同じ領域に複数ページのホログラムを重ねて記録することができる。レーザ光の波長や記録メディアの膜厚、対物レンズのNAなどを適切に設定すると、次のページのホログラムを記録するために記録位置が数十 μm 移動するようにディスクを回転するだけで、ディスクの略同じ領域に次のページのホログラムを既に記録されているページとクロストーク無く記録し再生することができる。これは、参照光が球面波であるため、ディスク状のホログラム

記録媒体のシフト（数十 μm の移動）によって参照光の角度が変化したのと等価になることを利用したものである。

【0049】

球面参照波を用いたシフト多重記録のディスク状ホログラム記録媒体のシフト量を定める距離、すなわち、互いのホログラムが独立に分離できる距離 $\delta_{\text{spherical}}$ は下記（1）式で与えられる。

【0050】

【数1】

$$\delta_{\text{spherical}} = \delta_{\text{Bragg}} + \delta_{\text{NA}} \approx \frac{\lambda z_0}{L \tan \theta_s} + \frac{\lambda}{2(\text{NA})} \quad (1)$$

【0051】

ここで、 λ はレーザ光の波長、 z_0 は球面参照波を生成する対物レンズとホログラム記録媒体の距離、 L はホログラム記録媒体の膜厚、 NA は対物レンズの開口数、 θ_s は信号光と参照光との角度である。上記（1）式より、ホログラム記録媒体の厚さ L が大きいほど、互いのホログラムが独立に分離できる距離に応じて定まるシフト量 δ は小さくなり、したがって多重度を増加することができ、記録容量を増大させることができる。

【0052】

パーソナルコンピュータでは、ホログラム記録媒体を回転させた状態で、ホログラムの各ページが記録開始位置からシフト量 δ の間隔で記録されるように定められたタイミングで各ページの記録信号を空間変調素子に供給する。

【0053】

本実施の形態では、通常のデジタルホログラフィックストレージと同様に、信号光をレンズによりフーリエ変換して記録メディアであるホログラム記録媒体に照射する。レンズを用いることにより、比較的強い光強度をホログラム記録媒体面で得ることができる。このとき、フーリエ変換レンズとホログラム記録媒体との距離とレンズの焦点距離とを等しくすると、フーリエ変換ホログラムが記録される。一般的には、記録面上で信号光の0次回折光の強度を抑える目的でレンズのフォーカス位置から記録メディアを若干ずらしてホログラム記録を行う。

【0054】

図3は、デフォーカス位置でのホログラム記録時の様子を模式的に描いた図である。ホログラム記録媒体面上では、信号光はレンズによってある程度集光され、かつ、データページの回折パターンが現れる。この回折パターンは、デジタルデータページのパターン（周期性）に対応しており、デジタルデータページがランダムパターンのときに一番の広がりを持っている。

【0055】

一方、参照光は信号光の全ての回折パターンをカバーするように、信号光の回折パターンの照射領域と比較して広い領域に照射される。信号光と参照光の干渉により光が強めあうところでは屈折率あるいは吸収変化が生じ、弱めあうところではこれらの変化が少ない。この現象で各ページのホログラム記録が行われる。

【0056】

ステップ102において、書き込み回数を読み込むこと等によってホログラムの2回目の記録処理と判断された場合には、ステップ104において、ホログラムの最初のページの記録開始位置を既に記録されているホログラムの記録開始位置より所定量シフトすると共に、旋光子26を光路中に挿入し、上記で説明したようにシフト量 δ でホログラムの2回目の記録処理を実行する。

【0057】

ホログラムの最初のページの記録開始位置をシフトする量は、各ページを記録する際のシフト量 δ の $1/2$ が好ましい。ホログラムの最初のページの記録開始位置をシフトした後、シフト量 δ で上記と同様にしてホログラム記録を行う。これにより、既に記録されているホログラムの各ページの記録位置とは異なる記録位置にホログラム各ページが新たに記録される。

【0058】

図5に、ホログラム記録媒体に既に記録されていたホログラムのデータページからの再生時における回折光強度と新たに記録したホログラムのデータページからの再生時における回折光強度との関係を4ページ分示す。新たに記録したホログラムの各データページは、最初のページの記録開始位置がシフト量の $1/2$ だけ予めシフトされているので、ホログラム記録媒体に既に記録されていたホログ

ラムのデータページからの回折光強度が極小となる位置に回折光強度の極大点が位置するように記録される。既に記録されていたホログラムのデータページからの回折光強度が極小となる位置は、このデータページのブラッグ条件から外れた位置であるので、この極小となる位置にホログラムの各ページを新たに記録することで、記録時及び再生時のクロストークが無くなる。

【0059】

また、ホログラムの2回目の記録を行う際には、旋光子により信号光の偏光面が 90° 回転され、ホログラムの各ページを記録する際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とが平行にされているため、ホログラム記録媒体に既に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光の偏光状態と、ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光の偏光状態とは異なっている。

【0060】

本実施の形態では、信号光の偏光面を回転させて偏光状態を異ならせる例について説明したが、参照光の偏光面を回転させて偏光状態を異ならせてもよい。この場合には、偏光ビームスプリッタの光反射側に、光路中に挿入可能でかつ光路から退避可能に上記と同様の旋光子を配置する。

【0061】

また、上記では、旋光子を光路中から退避した状態で最初のホログラムの各ページを記録し、旋光子を光路中に挿入した状態で2回目のホログラムの各ページを記録する例について説明したが、逆に、旋光子を光路中に挿入した状態で最初のホログラムの各ページを記録し、旋光子を光路中から退避した状態で2回目のホログラムの各ページを記録するようにしてもよい。

【0062】

次に、ホログラムの再生処理について説明する。ステップ100でホログラムの再生処理が選択されたと判断された場合には、ステップ110においてシャッタ12を光路中に挿入する。これにより、偏光ビームスプリッタ16を透過したレーザ光がシャッタ12で遮光されるため、参照光のみがホログラムを記録したホログラム記録媒体に照射される。ホログラム記録媒体で回折した再生光は、レンズ38を透過し、検光子44により所定偏光成分の再生光のみが選択して透過

され、検出器 40 に受光された再生光が検出器 40 により電気信号に変換されてパーソナルコンピュータ 42 に入力され、パーソナルコンピュータに設けられているディスプレイに表示される。

【0063】

なお、上記では、ホログラム記録媒体を回転させてシフト多重記録する例について説明したが、ホログラム記録媒体を直線状に移動させてシフト多重記録するようにしてもよく、ホログラム記録媒体を回転または直線状に移動する代わりに、信号光及び参照光をホログラム記録媒体上に走査するようにしてもよい。

【0064】

上記では、シフト多重記録方法を適用した実施の形態について説明したが、角度多重記録方法や波長多重記録方法にも本発明を適用することができる。

【0065】

角度多重記録方法に適用する場合は、最初のホログラム記録時には、図 6 に示すように、信号光に対する参照光の成す角度を所定角度 θ ずつ変化させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射することにより記録角度を変化させて、信号光の情報を複数ページのホログラムとしてホログラム記録媒体に多重記録する。

【0066】

記録済みのホログラム記録媒体にホログラムの各ページを新たに記録する場合には、記録開始位置を $\theta/2$ シフトした後、信号光に対する参照光の成す角度を所定角度 θ ずつ変化させながら最初の記録時と同様にホログラムの各ページを記録する。これによって、既に記録されているホログラムの各ページの記録角度とは異なる記録角度でホログラムの各ページが新たに記録される。このホログラムの各ページを新たに記録する参照光の角度は、ホログラム光記録媒体に記録されているホログラムの各ページからの再生光の光強度が極小となる角度と等しい角度である。また、シフト多重記録で説明したように、既に記録されていたホログラムのデータページからの回折光強度が極小となる角度は、このデータページのブラッグ条件から外れた角度でもある。

【0067】

なお、上記では参照光の角度を変化させて多重記録する例について説明したが、参照光に対する信号光の角度を変化させて多重記録するようにしてもよい。

【0068】

また、波長多重記録方法に適用する場合は、最初のホログラム記録時には、信号光と参照光との成す角度を一定にし、信号光と参照光の波長を所定波長 $\Delta\lambda$ ずつ変化させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射し、信号光の情報を複数ページのホログラムとしてホログラム光記録媒体に多重記録する。

【0069】

記録済みのホログラム記録媒体にホログラムの各ページを新たに記録する場合には、記録開始の信号光と参照光の波長を $\Delta\lambda/2$ シフトした後、信号光と参照光の波長を $\Delta\lambda$ ずつ変化させながら最初の記録時と同様にホログラムの各ページを記録する。これによって、既に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光と参照光の波長とは異なる波長でホログラムの各ページが新たに記録される。このホログラムの各ページを新たに記録する信号光と参照光の波長は、ホログラム光記録媒体に記録されているホログラムの各ページからの再生光の光強度が極小となる波長と等しい波長である。また、シフト多重記録で説明したように、既に記録されていたホログラムの各データページからの回折光強度が極小となる波長は、このデータページのブラッグ条件から外れた波長でもある。

【0070】

角度多重記録方法に適用した場合においても波長多重記録方法に適用した場合においても、記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とが平行のときには、ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とを直交させ、記録媒体に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とが直交しているときには、ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とを平行にし、記録媒体に既に記録されているホログラムの各ページを記録した際の信号光または参照光の偏光状態と、ホログラムの各ページを新たに記録する際の信号光または参照光の偏光状態とを異ならせるのが好ましい。

【0071】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、消去工程を行わず、再生光の品質を良好にし、高速に書き換え記録を行うことができる、という効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施の形態のホログラム記録再生装置の概略図である。

【図2】 ホログラム記録媒体の構成を示す概略図である。

【図3】 信号光照射領域と参照光照射領域との関係を示す概略図である。

【図4】 本実施の形態のホログラム記録再生処理ルーチンを示す流れ図である。

【図5】 記録されていたホログラムのデータページからの回折光強度と新たに記録したホログラムのデータページからの回折光強度との関係を示す線図である。

【図6】 ホログラム多重記録方法の一つである角度多重記録方法を説明する図である。

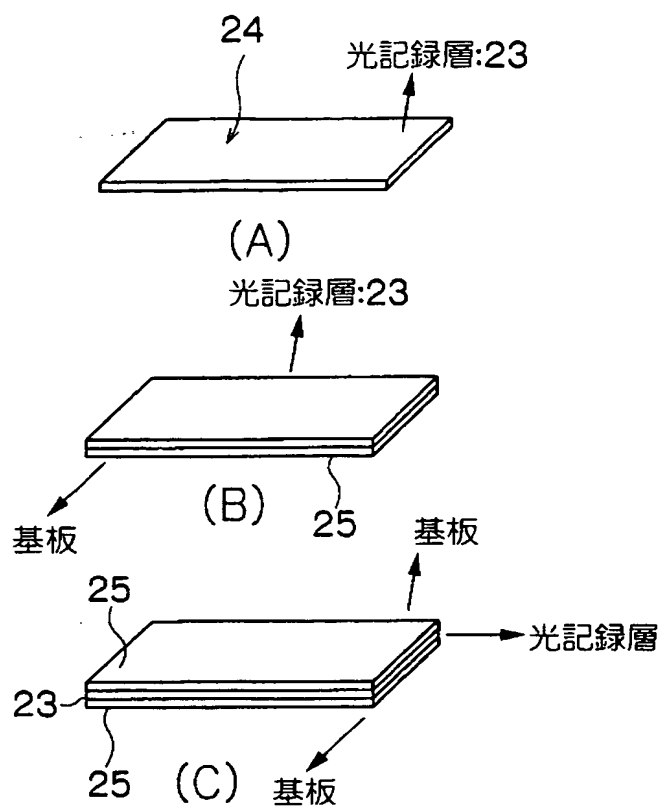
【図7】 (A)、(B) は、シフト多重記録方法を説明する図である。

【符号の説明】

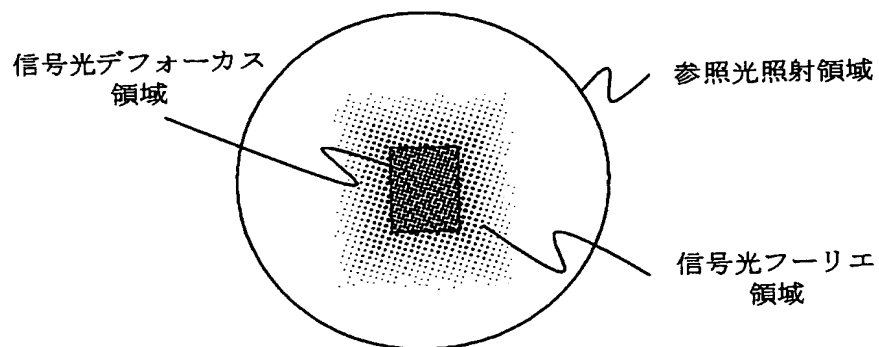
10 レーザ発信器

36 空間変調素子

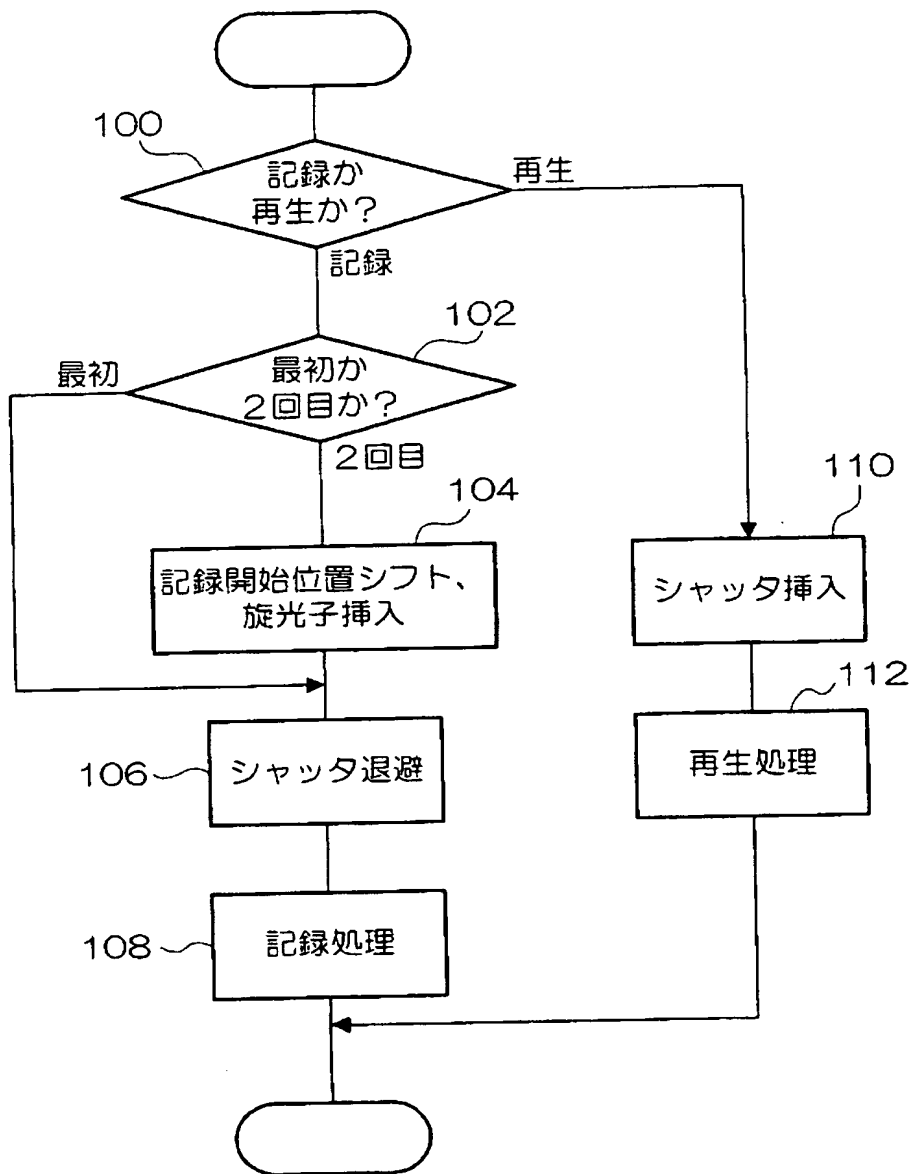
【図 2】



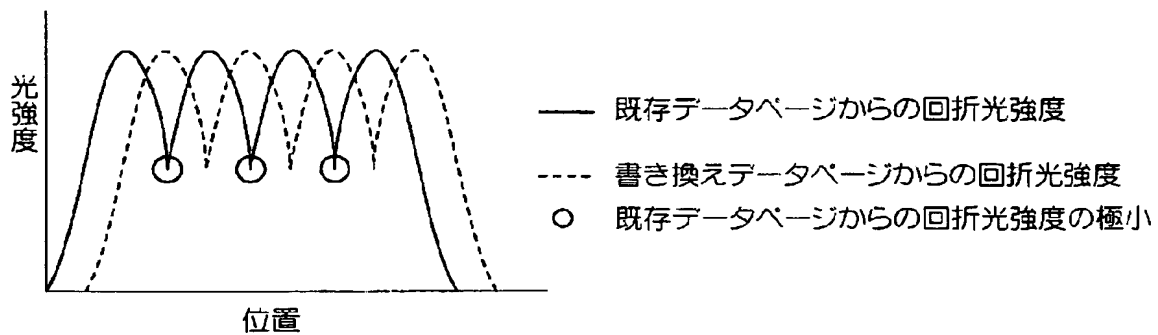
【図 3】



【図 4】

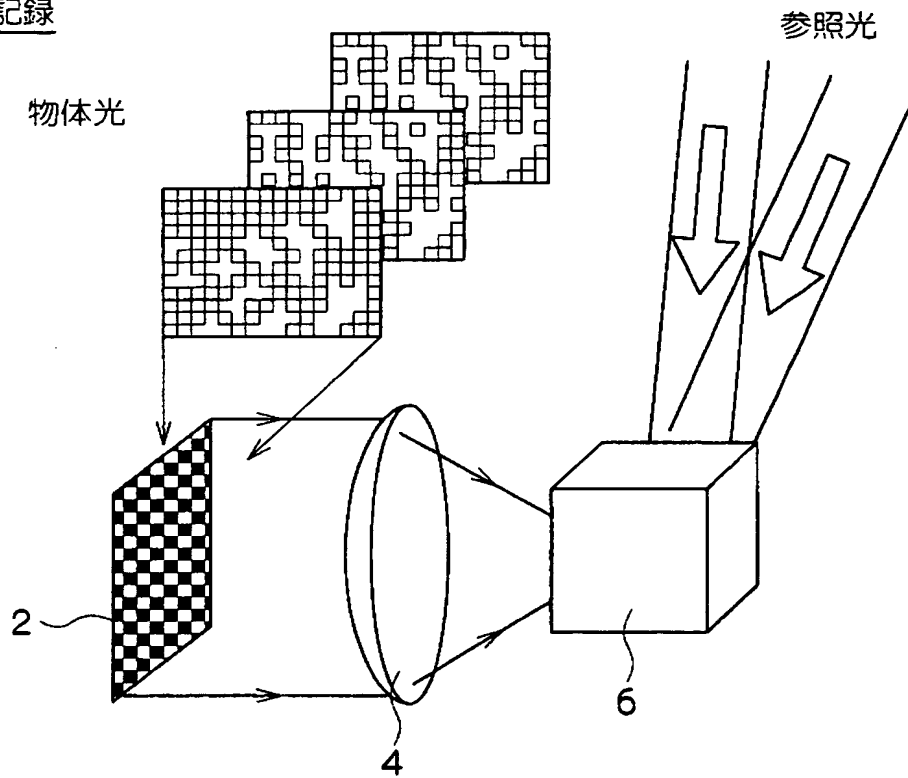


【図 5】

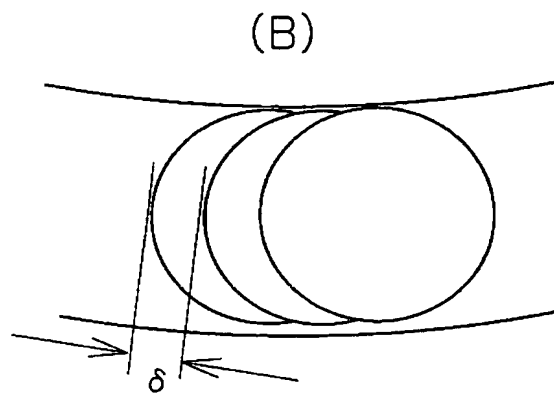
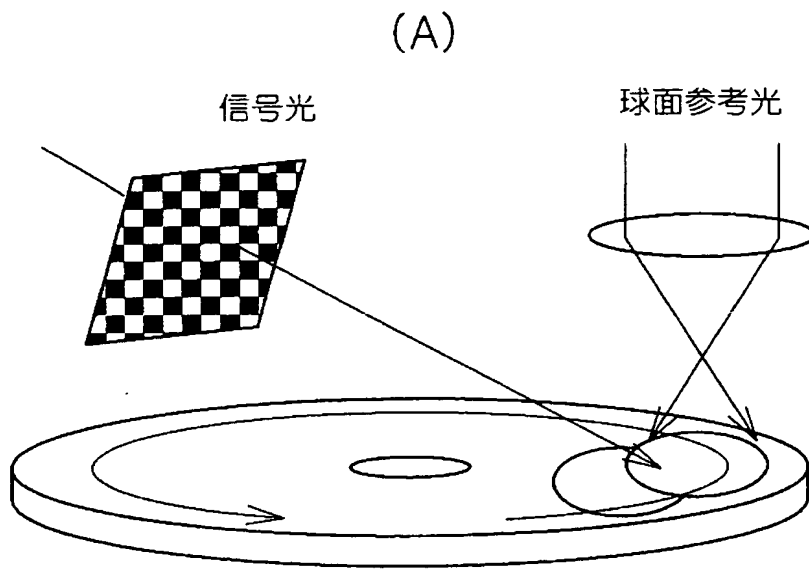


【図 6】

記録



【図 7】



ディスクの回転により
体積多重記録可能

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 消去せずに再生光の品質を良好にし、高速に書き換え記録を行う。

【解決手段】 ホログラム記録媒体に既に記録されていたホログラムのデータページからの再生時の回折光強度が極小となる位置に、新たに記録するホログラム再生時の回折光強度の極大点が位置するように、ホログラムの各ページを新たに記録する。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 3 - 1 4 7 4 8 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 4 9 6]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 5 月 2 9 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂二丁目 1 7 番 2 2 号

氏 名

富士ゼロックス株式会社